

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-286587

(43)Date of publication of application : 17.12.1991

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 02-088703

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 03.04.1990

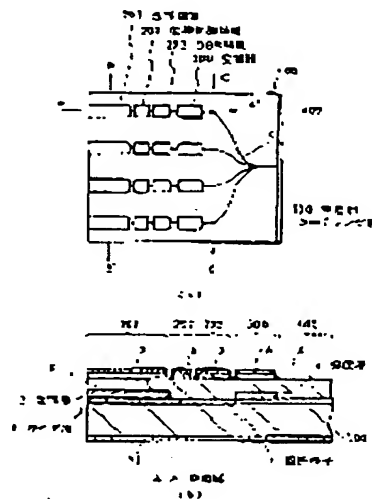
(72)Inventor : YAMAGUCHI MASAYUKI

(54) SEMICONDUCTOR INTEGRATED LIGHT SOURCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain an integrated light source capable of carrying out high density wave length multi-transmission by forming an optical waveguide which guides laser light from a semiconductor laser to a modulator and a field absorption type semiconductor optical modulator where the absorption characteristic of light varies with a single axis mode semiconductor laser and voltage application on the same substrate.

CONSTITUTION: Four wavelength variable DBR lasers which comprise an active region 201, a phase control region 202, and a DBR region 203, are arrayed on a semiconductor substrate 100 where a field absorption type modulator 300 is formed, which adjoins the DBR region 203 of the DBR laser. The light output from the modulator 300 is adapted to synthesize its waves. Wave synthesizers 400 are integrated on the same substrate. The average oscillation threshold current of four devices, which oscillate in a single axis mode near the wavelength of $1.55\mu\text{m}$ by injecting current to the active layer active region, turns to 25mA and the oscillation wavelength is controlled by injecting electric current into the phase control region 202 and the DBR control region 203 so that its width may range 60 μm to 90 μm .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

平3-286587

⑫ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)12月17日

H 01 S 3/18

6940-4M

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体集積化光源

⑮ 特 願 平2-88703

⑯ 出 願 平2(1990)4月3日

⑰ 発 明 者 山 口 昌 幸 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 半導体集積化光源

特許請求の範囲

(1)波長可変の単一軸モード半導体レーザと電圧印加により光の吸収特性が変化する電界吸収型半導体光変調器と、前記半導体レーザからのレーザ光を前記変調器に導く光導波路とが同一半導体基板上に形成されていることを特徴とする半導体集積化光源。

(2)波長可変単一軸モード半導体レーザと電界吸収型半導体光変調器はどちらもアレイ状に複数個形成されてなり、互いに対一の光学的結合状態にあることを特徴とする請求項1に記載の半導体集積化光源。

(3)複数の電界吸収型半導体光変調器からの光出力を合波する光合波器を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の半導体集積化光源。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、波長可変単一モード半導体レーザと電界吸収型半導体光変調器とを集積化した集積化光源に関する。

(従来の技術)

異なる波長の光に情報を乗せ、それらの光を多重化して一本の光ファイバで伝送する波長多重(WDM)光伝送方式は、光の広帯域性を有効に利用して、超大容量の伝送を容易に実現することのできる伝送方式である。特に幹線系通信網やCATVなどの放送型分配系への導入が期待されている。WDM光通信の光源側には発振波長の制御された複数の半導体レーザが要求される。また、送信装置を小型軽量のものにするために、複数の半導体レーザはアレイ状に集積化されたものが望ましい。このような光源の一つとして1990年1月にサンフランシスコで開催されたオプティカルファイバ・コミュニケーション・コンファレンスのポストデッドラインペーパーのPD-26(A. H. GNAÜCK 他)で以下のような集積素子が報告されている。即ち、回

折格子が形成された領域(DBR領域)と活性領域とからなり、それぞれの領域に独立に電流注入が可能なDBRレーザ4素子をアレイ状に形成し、それぞれのレーザからの光出力を合波する光合波器をレーザと同一基板上に集積化した構造の集積化光源である。この集積素子では、各レーザの発振波長は非連続的ではあるがDBR領域に注入する電流により制御できる。また上記報告では、各レーザの活性領域に注入する電流を変調することにより光の強度変調を行ない、2Gb/s-36kmの4チャンネルのWDM光伝送を実現している。

(発明が解決しようとする課題)

上述した集積素子では、活性領域に注入する電流により直接的にレーザを変調するために、変調時に発振波長が変動するいわゆる波長チャージングが生じ、スペクトル幅が約10Åに広がる。従って、チャンネル間のクロストークを十分低く保ったWDM伝送を行なうためには、チャンネル間隔を最低でも10Å以上広くとる必要がある。一方、近年半導体レーザアンプやErドープファイバアンプ等

導く光導波路とが同一半導体基板上に形成されることを特徴とする。また、波長可変単一軸モード半導体レーザと電界吸収型半導体光変調器はどちらもアレイ状に複数個形成されてなり、互いに一对一の光学的結合状態にあることを特徴とする。さらに複数の電界吸収型半導体光変調器からの光出力を合波する光合波器を備えたことを特徴とする。

(作用)

高密度WDM伝送を実現するためには変調時の波長チャージングが小さな光源を用いる必要がある。その一つとして分布帰還型半導体レーザ(DBFレーザ)と電界吸収型光変調器を集積化した光源がある。(例えば、古津他、1989年、電子情報通信学会秋季全国大会講演予稿集、C-179)この素子ではレーザ側をDCバイアスし、一定の波長で発振させておき、変調器側でその光を強度変調する。ほぼ理想的な強度変調となるため、変調時のスペクトル幅はビットレートの約4倍程度、即ち2.4Gb/sのビットレートならば約10GHz、波長にして約1Åと

の光増幅器を幹線系や放送型分配系に用いる検討がなされている。幹線系の場合は伝送損失を補償するため、また放送型分配系では分配による損失を補償するために光増幅器を用いる。これらのシステムでは波長多重された全てのチャンネルを光アンプの帯域内に設定しなくてはならない。光アンプの帯域は広いものでも約400Å程度であるため、レーザを直接変調する方式によるWDM伝送では、設定可能なチャンネル数はせいぜい30-40程度が限界といえる。ところが、実際のCATVなどでは50-100チャンネルの高密度WDM伝送が要求されており、上記の集積素子はその要求を充分満たすことはできないことになる。

本発明の目的は、高密度WDM伝送が可能な集積化光源を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明による半導体集積化光源は波長可変の単一軸モード半導体レーザと電圧印加により光の吸収特性が変化する電界吸収型半導体光変調器と、前記半導体レーザからのレーザ光を前記変調器に

なる。この値は半導体レーザを直接変調した時の10分の1程度である。従って、アレイ状に並んだ波長可変単一モード半導体レーザに電界吸収型光変調器を集積化した光源を用いれば、従来の半導体レーザを直接変調する方式に比べ約10倍の高密度WDM伝送が可能となる。ただし、この場合各チャンネルの波長を約1Å間隔に並べる必要があるため、レーザ側には従来例で述べた素子とは異なり連続的な波長制御が要求される。そこで以下の実施例では、連続的な波長制御が可能な3電極DBRレーザ(例えばS. MURATA他、エレクトロニクス・レターズ誌、第24巻、第10号、577-579頁、1988年)及びフインガイド型DFBレーザ(例えばエレクトロニクス・レターズ誌、第26巻、第1号、46-47頁、1990)を変調器と集積している。

(実施例)

以下に本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

第1図は本発明の第一の実施例である集積型光変調器を説明する図である。第1図(a)はその構成を示

す平面図である。半導体基板100上に活性領域201⁽³⁾と、位相制御領域202、DBR領域203からなる4つの波長可変DBRレーザがアレイ状に配列されており、それぞれのDBRレーザのDBR領域203に隣接して電界吸収型の変調器300が形成されている。変調器300からの光出力を合波するための合波器400が同一基板上に集積化されている。合波器400の出力端にはレーザへの反射戻り光をなくすために無反射コーティング膜500が形成されている。第1図(b)は各集積素子の光の進行方向にそった断面図(第1図(a)のA-A'での断面)を示す。DBR領域203に相当する部分に、部分的に回折格子1(周期2430Å)が形成されたn-InP基板100の上にガイド層2(波長組成1.3μmのn-InGaAsP、厚さ0.15μm)が形成されている。活性領域201及び変調領域300においてはガイド層2の上にそれぞれ電流注入により光を発生する活性層3(波長組成1.55μmのアンダーブInGaAsP、厚さ0.1μm)と電界印加により吸収特性が変化する吸収層4(波長組成1.4μmのアンダーブInGaAsP、厚さ0.3μm)を有している。そしてガイド層2、活性層

3および吸収層4はp-InPクラッド層5(厚さ1μm)で覆われている。活性領域201、位相制御領域202、DBR領域203、変調領域200には、さらにキャップ層6(p+-InGaAs、厚さ0.3μm)とその上の電極7、8、9、10が設けられている。一方、半導体基板100の下には電極11を有している。各領域の長さは、活性領域201が400μm、位相制御領域202が100μm、DBR領域203が200μm、変調領域300が250μmである。第1図(c)は活性領域201の横断面図(第1図(a)のB-B'での断面)である。活性層3とガイド層2を含むメサストライプ12(幅約2μm、高さ約3μm)をFeドーブInP高抵抗層13(厚さ約3μm)でその側面を埋め込んでいる。高抵抗層13は隣合う素子間を電気的に分離する役目も有している。p側電極7はメサストライプ12の上に形成されている。第1図(d)は合波器部の断面図(第1図(a)のC-C'での断面)である。ガイド層2を含むメサストライプ12が高抵抗層13により埋め込まれている。位相制御領域202、DBR領域203、変調領域300においても、ガイド層2を含むメサストライプ12が高抵抗層13で埋め

込まれた構造となっており、メサストライプ12の上に、それぞれ電極8、9、10が設けられている。

この集積化光源においては、活性領域201に電流注入することにより波長1.55μm付近で単一軸モードで発振した。4素子の平均の発振しきい値電流は25mAであった。また発振波長は位相制御領域202及びDBR領域203に注入する電流により60-90Åの幅に渡って連続的に制御できた。変調器300においては5Vp-pの変調電圧に対し約20dBの消光比を得た。変調帯域は6GHzであった。2.4Gb/s変調時のスペクトル幅は、ピークから30dB低下したところで約1Åと狭いものであった。合波器400からの光出力としては、各チャンネルに対して1-3mWであった。

(実施例2)

第2図は本発明の第二の実施例である集積型光変調器を説明する図である。第2図(a)はその構成を示す平面図である。半導体基板100上に4つの波長可変DFBレーザ200がアレイ状に配列されており、それに隣接して電界吸収型の変調器300が形成されて

いる。変調器300からの光出力を合波するための合波器400が同一基板上に集積化され、合波器400の出力端にはレーザへの反射戻り光をなくすための無反射コーティング膜500が形成されている。レーザ領域200の長さは500μm、変調領域300の長さは250μmである。第2図(b)は各集積素子の光の進行方向にそった断面図(A-A'断面)である。レーザ領域200に相当する部分に、部分的に回折格子21(周期2400Å)が形成されたn-InP基板100の上にガイド層22(波長組成1.30μmのアンダーブInGaAsP、厚さ0.15μm)が形成されている。レーザ領域200においてはガイド層22の上に中間層23(p-InP、厚さ0.2μm)、活性層24(波長組成1.55μmのアンダーブInGaAsP、厚さ0.1μm)、と第一のクラッド層25(n-InP、厚さ1.0μm)が形成されている。変調領域300においてはガイド層22の上に吸収層26(波長組成1.4μmのアンダーブInGaAsP、厚さ0.3μm)と第二のクラッド層27(p-InP、厚さ1μm)を有している。また合波器400においてはガイド層22の上に第二のクラッド層27が形成されている。第2図(c)はレーザ領

域200の断面図(B-B'断面)である。ガイド層22及び活性層24を含むメサストライプ32(幅 $2\mu\text{m}$ 、高さ $3\mu\text{m}$)がその側面をFeドーパInP高抵抗層33で埋め込まれている。また高抵抗層33の一部は表面からのZn拡散により部分的にp型に転化されている。Zn拡散領域34はメサストライプ32の片側の側面に接している。レーザ動作のための電流注入を行なう電極28はメサストライプ32の上にそしてZn拡散領域34に掛からないように形成されている。また波長制御電流を注入するための電極31は半導体基板100の下に、また共通電極30はZn拡散領域34の上に形成されている。レーザの駆動電流は電極30から活性層24を通り電極28に流れる。また波長制御電流は電極30からガイド層22を通り電極31に流れる。第2図(d)は変調領域300の断面図(C-C'断面)である。吸収層26を含むメサストライプ32は高抵抗層33により埋め込まれている。メサストライプ32の上には電極29が形成されている。合波器400の断面構造は第1図(d)と同じである。

同一半導体基板100上に集積化される必要性はない。石英ガラス系の低損失合波器が近年開発されつつあるからである。従って、波長可変レーザと変調器との集積素子をアレイ状に並べただけのものであってもよい。

(発明の効果)

本発明による集積型光源を用いれば、従来の半導体レーザを直接変調する方式では不可能であった、例えば1Å間隔にチャンネルを並べる様な高密度WDM光伝送が可能になる。

図面の簡単な説明

第1図、第2図はそれぞれ本発明の第一、第二の実施例である集積化光源の構造を説明する図で第1図(a)、第2図(a)は平面図、第1図(b)~(d)及び第2図(b)~(d)は断面図である。図において100は半導体基板、200はレーザ領域、201は活性領域、202は位相制御領域、203はDBR領域、300は変調領域、400は合波器、500は無反射コーティング膜、1、21は凹折格子、2、22はガイド層、3、24は活性層、4、26は吸収層、5、27はp型クラッド層、6はキャップ

この集積化光源においては、レーザ領域200に駆動電流(電極30-28間)を注入することにより波長 $1.55\mu\text{m}$ 付近で単一軸モードで発振した。4素子の平均の発振しきい値電流は30mAであった。また発振波長は制御電流(電極30-31間)を流し、活性層24に隣接したガイド層22にキャリア注入することで連続的に制御できた。波長可変範囲は $40\sim 70\text{\AA}$ であった。変調器300においては $5V_{pp}$ の変調電圧に対し約20dBの消光比を得た。合波器400からの光出力としては、各チャンネルに対して1~2mWであった。

尚本発明の実施例では、波長可変単一モードレーザとして、3電極DBRレーザ、およびフインガイド型DFBレーザを用いたが、レーザ部は2電極、または3電極構造の波長可変DFBレーザであっても良い。また活性層が多重量子井戸構造からなっていれば、損失の低減によりより高出力動作が期待される。さらに光吸収層を多重量子井戸構造として、変調の原理として量子閉じ込めシュタルク効果を用いてもよく、そうすることにより変調器の動作電圧の低減が期待される。また、合波器400は

層、7、8、9、10、11、28、29、30、31は電極、12、32はメサストライプ、13、33は高抵抗層、23は中間層、25はn型クラッド層、34はZn拡散領域である。

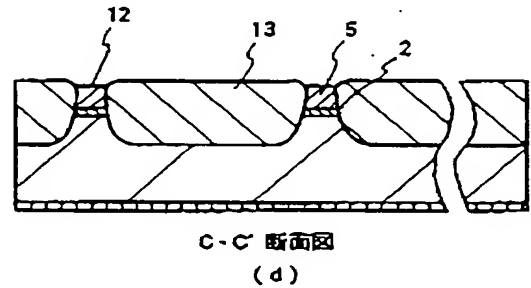
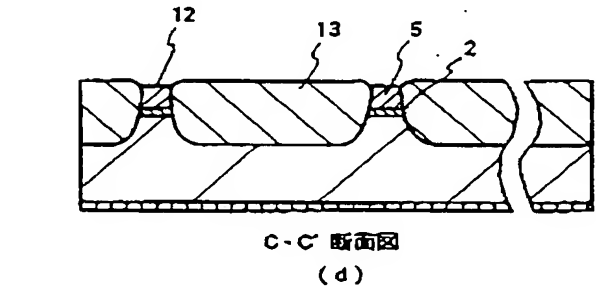
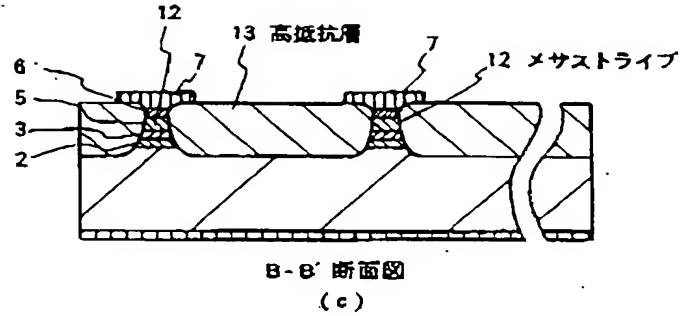
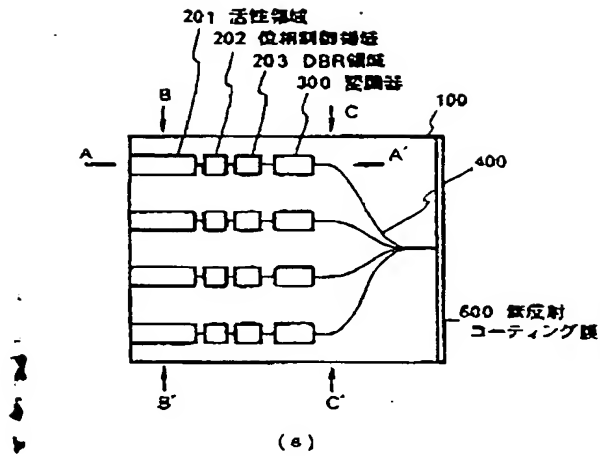
代理人 弁理士 内原 晋

(5)

特開平3-286587(5)

第 1 図

第 1 図



第 2 図

第 2 図

